

加速度センサを用いた直感的な動作認識手法

伊 藤 智 也*・小 玉 成 人*

Intuitive Gesture Recognition Method by an Acceleration Sensor

Tomoya ITO* and Naruhito KODAMA*

Abstract

Recently, various products are proposed, and developed by Computer-Human Interaction technologies. Game console manufactures have introduced peripherals that allow game players to interact with games. There is human's gesture recognition technology by the computer as one of the technologies.

In this research, we will present the recognition method of human's gesture in real time with a general acceleration sensor.

Keywords: Computer Graphics, Visual Reality, Computer-Human Interaction, Media Contents Creation

1. はじめに

コンピュータと人間のインタラクション（対話）技術の進歩によって、従来のインターフェースにかわる様々な製品が提案、開発されている。その新技術の一つとして、コンピュータによる人間の動作認識技術がある。

関連した技術としてモーションキャプチャ技術がある。モーションキャプチャは、マーカを測定することによってマーカの移動軌跡から、人間の動作を記録する手法である。CGによる動作の再現に適しているが、あくまで時系列のデータの記録と再生が主であり、動作の認識手法としては、不十分である。

本報告では、汎用的な加速度センサを使用し、リアルタイムでの加速度の取得、モーション（動き）のパターン化による人間の動作認識手法を検討する。

2. 動作を認識するためのハードウェア

近年、動作認識の技術に加速度センサを使用したものがある。加速度センサ自体は歴史の長い装置であり、昔から自動車やコンピュータの衝撃検出機能などの分野で利用されている。近年では、それらの装置が小型化され、身近な装置では、携帯電話やゲーム機のインターフェースに加速度センサが内蔵されている。

本報告では、コンシューマーゲーム機として発売されている任天堂「Wii」のコントローラ「Wii リモコン」を使用した動作認識技術について調査、検討を行った。本製品は、ユーザの「振る」「ひねる」といった直感的な操作によって遊ぶことができるのが特徴である。

2.1 Wii リモコン (Wii Remote)

「Wii リモコン (Wii Remote, 図 1(a))」は、通常のボタン類のほかに「3 軸の加速度センサ」と赤外線を検出する「CMOS イメージセンサ」が搭載されている。さらに、PC からのフィードバックとして振動や音の出力が可能である。PC

平成 19 年 12 月 17 日受理

* システム情報工学科・講師

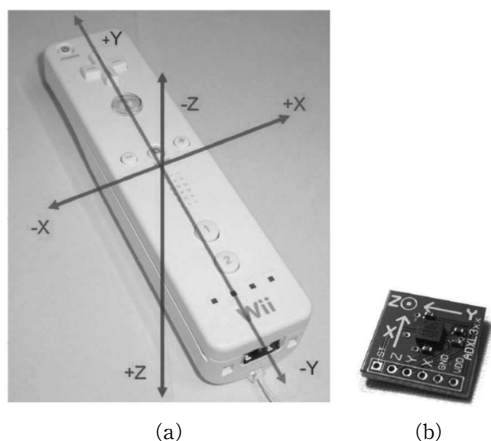


図 1 動作認識用ハードウェア
(a) Wii リモコン (b) ADXL330

とは Bluetooth 規格による無線通信で接続することが可能なため、PC 上で Wii リモコンが取得する値の測定を行う。

2.2 加速度センサ

Wii リモコンには、小型加速度センサである ADXL330 (Analog Devices 社、図 1(b)) が内蔵されている。ADXL330 は XYZ 各軸に対して 256 レベル $\pm 3G$ までの加速度の検出が可能であり、振ったり傾けたりといった動作の検出に使用される。

3. 動作の取得と解析

3.1 加速度の測定

加速度センサの値を測定するソフトウェアを試作し加速度の測定を行った。図 2 は、静止状態での加速度センサの出力値をグラフにしたものである。静止状態とは、机や床の上にボタンの面を上に向けて置いた状態である。(図 3)

静止状態では、下方向に常に 1G の重力が加えられる、この状態が下方向 ($-Z$ 方向) に 1G の出力となる。コントローラを任意の方向に 90° 傾けると 0G、さかさまにするとコントローラ上面方向に 1G となるので、 $-1G$ の出力と

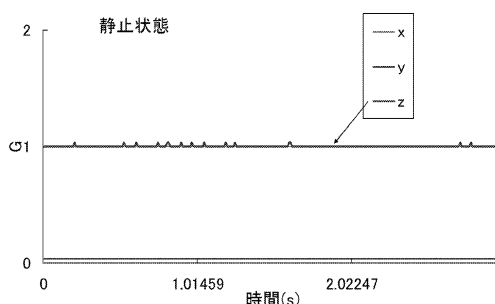


図 2 静止状態でのセンサ出力



図 3 静止状態

なるように測定プログラム上でオフセットした。0G と 1G 時のセンサ値は ADXL330 のメモリ上からキャリブレーション情報として取得することができる。

これらの情報を利用すると静止状態でのコントローラの傾きを算出することが可能となるため、傾きセンサとしての役割を持たせることもできる。

3.2 位置、向きの算出

加速度センサからの情報 a の取得時間の間隔を測定し dt (秒) とすると、測定時の速度 v は以下の式で算出することができる (式 1)。

$$v = a \cdot dt \quad (1)$$

また、算出された速度 v からセンサ位置 x が算出できる (式 2)。

$$v = v \cdot dt \quad (2)$$

ただし、これらの算出値は操作中の加速度が±3 G 内の条件で安定した値が算出でき、その範囲を超えた場合（ゆっくりとした動作、激しい動作、慣性が働いている状態）では評価が困難となる。

3.3 動作の解析

ジェスチャ認識はただのコントローラのボタンの ON/OFF に比べ、桁違いに処理量がかかることが想定される。得られた位置、速度、加速度のデータを基に、データのマッチングを行うことは計算コストが大きくなり、リアルタイムにモーションを認識するには困難である。

本研究では、加速度データのみに注目しパターン化したデータを作成・参照することによって動作認識を行う方法を検討する。

3.4 動作の認識アルゴリズム

加速度センサの出力値 XYZ に対して、総当りの数値のマッチングや積分量から移動距離の算出を行うのではなく、加速度の大きさが最大となったときのみに注目し、XYZ 方向に関して時間とセンサ値を格納していく。図 4 はこれらのデータをグラフ化した例である。

動作の認識は次の手順で行う。

Step 1: 前処理として得られたデータから許容範囲を設定する。(図 5)

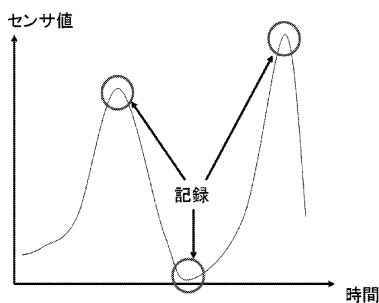


図 4 センサ値から特徴点の抽出

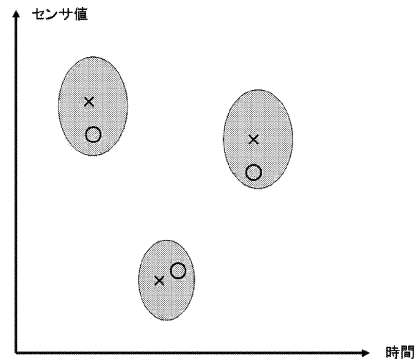


図 5 許容範囲の作成

Step 2: センサから入力

Step 3: センサ値から特徴点を取り出す。

Step 4: 入力パラメータが許容範囲内のデータであれば、その動作とみなし認識した結果を出力する。

4. 実験結果

今回は簡単な「振る」動作の認識を試みた。図 6 は、数回「振る」動作を行ったセンサの出力値をグラフにしたものである。

いくつかの「振る」動作を登録しておき、動作のサンプルとしておき、ユーザが静止状態から「振る」動作をした際、PC が「振る」動作を認識することができるかを実験した。今回は上下方向に限定した「振る」動作とした。

上下に 1 往復させた場合、次の 3 つの動作が

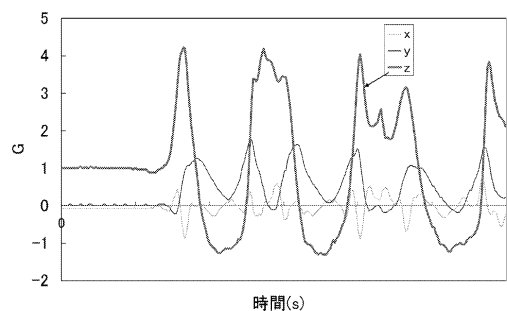


図 6 「振る」動作時のセンサ出力

検出された場合、「振る」動作とした。

- 1) 振り上げ時の加速度の最大値(動作開始)
- 2) 振り下げ時の加速度の最大値(動作中)
- 3) 振り上げ時の加速度の最大値(動作終了)

加速度センサ出力のうち最新の 30 回の取得分を保持し、その対象区間内でのグラフ形状が凸となる部分を最大値として検出を行った。本システムでの 1 回の取得周期は約 1/100 秒程度なので、0.15 秒程度の遅れで最大値を取得することとなる。

現段階において、ある程度高速に振ることにおいては、「振る」状態の検出は実現できている。しかしながら、許容範囲も実験的に定めたものを使用し、被験者も 1 個人と限定した状態での推定であり、改良の余地がある。また、現段階では 3 次元空間での複雑な認識の段階には、まだいたっていない。

5. まとめと今後の課題

本報告では、加速度センサを使用した動作認識技術の基礎的な調査・検討を行った。今後、基本的な動作のパターンを増やし発展させていきたい。子供やお年寄りなど、経験による動作データの違いなどにも注目したい。

今回、動作を認識するデバイスとして汎用的なものを使用した。が、廉価な無線加速度センサとしての機能は適度なものであった。PC 本体とコントローラ、Bluetooth アダプタがあればシステムが構築できるため、このようなシステムが広く普及する可能性を感じた。目的に応じてセンサの精度が高いものが必要になってくるかもしれない。また、今回は、単純に加速度センサの値をスペック表を元に線形的に算出したが、実際の加速度や力との整合性は未確認である。



図 7 CG コンテンツの制作例

AiLive Inc は、ジェスチャ認識を使用したゲーム開発を容易にする「LiveMove」^[1] というミドルウェアをリリースしているが、現行のハードウェアでは、まだ現実感の実現できていないと感じた。

加速度センサにのみ注目した動作解析について報告を行ったが、本装置には IR センサと赤外線 LED を使用した位置を検出するポインティングデバイスとしてのシステムも組み込まれている。今後は、それらに加えて他の装置を組み合わせることで精度の高い動作認識を目標としたい。

また、従来とは異なる入力装置を使用することは、直感的な操作によってコンピュータを楽しく操作することが可能となる。図 7 は CG による動作の可視化例である、残像を残すことによって、動きをユーザが認識することができる。これらの技術を応用したメディアコンテンツ制作なども今後行いたい。

参考文献

- [1] AiLive 社, “LiveMove White Paper”, <http://www.aillive.net/>